

51

Int. Cl. 2:

B 01 F 5/02

19

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES



PATENTAMT

DE 29 13 940 A 1

11

# Offenlegungsschrift 29 13 940

21

Aktenzeichen: P 29 13 940.0

22

Anmeldetag: 6. 4. 79

43

Offenlegungstag: 18. 10. 79

30

Unionspriorität:

32 33 31

12. 4. 78 V.St.v.Amerika 896017

54

Bezeichnung:

Verfahren zum statischen Mischen von fluiden Medien und Mischer hierzu

71

Anmelder:

Liquid Control Inc., Silver Spring, Md. (V.St.A.)

74

Vertreter:

Moser, H., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 7500 Karlsruhe

72

Erfinder:

Penn, Laurence R., Mentor-on-the-Lake, Ohio (V.St.A.)

BEST AVAILABLE COPY

DE 29 13 940 A 1

Ansprüche

- 1.) Verfahren zum statischen Mischen von fluiden Medien, bei dem eine Eingangsströmung, die getrennte, längsgerichtete Lagen von mindestens zwei Mischkomponenten enthält, wenigstens ein-  
5 stufig in eine Mehrzahl von Teilströmungen aufgeteilt wird, welche reorientiert und vereinigt werden, wobei diese Arbeitsweise so lange fortgesetzt wird, bis ein gewünschter Mischungsgrad der Komponenten erreicht ist, die eine Auslaß-  
10 strömung in Form der Komponentenmischung bilden und bei dem die Eingangsströmung massive Anteile wenigstens einer der Mischkomponenten enthalten kann, welche die Lagen der anderen Komponenten unterbrechen, d a d u r c h g e k e n n -  
15 z e i c h n e t , daß die Strömungen wenigstens in ausgewählten Teilströmen gegenüber anderen Teilströmen derart außer Phase gebracht werden, daß nach der Wiedervereinigung der Teilströme die massiven Anteile der Komponenten in die Auslaß-  
20 strömung gleichmäßig eingemischt sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß alle Teilströme  
gegenseitig in Längsrichtung außer Phase gebracht  
werden.
- 5 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß das aus der  
Phase bringen der Teilströme durch unterschied-  
liche Strömungswiderstände in wenigstens einzel-  
nen ausgewählten Förderstrecken erfolgt.
- 10 4. Verfahren nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß für sämtliche Teil-  
ströme unterschiedliche Strömungswiderstände vor-  
gesehen sind.
- 15 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4 , d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die  
Strömungen der Teilströme zur Erzielung gewünschter  
Phasenunterschiede steuerbar sind.
- 20 6. Statischer Mischer, insbesondere der aneinander-  
stoßende Grenzflächen erzeugenden Bauart, bei dem in  
einer wenigstens einstufigen Anordnung einer Einlaß-  
kammer eine Eingangsströmung zugeführt wird, die ge-

trennte, längsgerichtete Lagen von mindestens zwei Mischkomponenten enthält sowie mit einer Auslaßkammer, die eine Auslaßströmung in Form einer Mischung der Komponenten abgibt, wobei die  
5 Eingangsströmung zwischen der Eingangskammer und der Auslaßkammer über Förderstrecken in eine Mehrzahl von Teilströmen aufgeteilt und anschließend wieder vereinigt wird, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Förderstrecken  
10 eine solche Konfiguration aufweisen, durch die eine gewünschte Phasenbeziehung der einzelnen Teilströme so erreicht wird, daß eingangsseitig auftretende, massive Anteile einer Mischkomponente,  
welche die Lage der anderen Komponenten unter-  
15 brechen, in die Ausgangsmischung eingemischt werden, so daß diese massiven Anteile in der Auslaßströmung unterdrückt werden.

7. Statischer Mischer nach Anspruch 6, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß wenigstens aus-  
20 gewählte Förderstrecken in mindestens einer Stufe so dimensioniert sind, daß der Gesamtwiderstand gegenüber der fluiden Strömung der Teilströme,  
welche durch diese ausgewählten Förderstrecken geführt werden, im Vergleich zu den übrigen Förder-  
25 strecken ungleich ist.

- 4 -

8. Statischer Mischer nach Anspruch 7, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die ausgewählten Förderstrecken von ihrem An-  
fang bis zum Ende auf den Querschnitt bezogen  
5 gleiche Strömungswiderstände aufweisen.
9. Statischer Mischer nach Anspruch 6 oder 7, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die ausgewählten Förderstrecken gegenüber den  
übrigen ungleiche Querschnittsbereiche aufweisen.
- 10 10. Statischer Mischer nach Anspruch 6, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß sämtliche  
Förderstrecken wenigstens einer Stufe ungleiche  
Querschnittsbereiche aufweisen.
- 15 11. Statischer Mischer nach Anspruch 6, 7 oder 8 ,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die ausgewählten Förderstrecken im Vergleich mit  
den übrigen ungleiche Längen aufweisen.
- 20 12. Statischer Mischer nach Anspruch 6, 7 oder 8,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
alle Förderstrecken wenigstens einer Stufe un-  
gleiche Längen aufweisen.

13. Statischer Mischer nach Anspruch 6, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß die ausgewählten  
Förderstrecken ungleicher Länge gleiche Quer-  
schnittsbereiche aufweisen.
- 5 14. Statischer Mischer nach Anspruch 6, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß alle Förder-  
strecken aller Stufen ungleiche Längen aufweisen.
- 10 15. Statischer Mischer nach Anspruch 6, d a d u r c h  
g e k e n n z e i c h n e t , daß eine mehrstufige  
Anordnung vorgesehen ist, bei der sich zwischen  
der Eingangskammer und der Auslaßkammer wenigstens  
eine Zwischenkammer befindet.
- 15 16. Statischer Mischer nach Anspruch 6 oder 15, d a -  
d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß  
die Länge der Förderstrecken größer ist als der  
Abstand der Kammern.
- 20 17. Statischer Mischer nach Anspruch 6, 11 oder 12,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Förderstrecken wenigstens abschnittsweise  
gebogene Leitungen mit unterschiedlichem Krüm-  
mungsradius sind.

A 826

Anmelder: Liquid Control Incorporated / USA

Verfahren zum statischen Mischen von fluiden  
Medien und Mischer hierzu

Die Erfindung betrifft ein Mischverfahren zur  
statischen Mischung von Lagen getrennter fluiden  
Komponenten. Insbesondere bezieht sich die vor-  
liegende Erfindung auf Verbesserungen in solchen  
5 statischen Mischungen unter Verwendung von Mischern  
einer Grenzflächen erzeugenden Bauart.

Der Gebrauch von statischen oder bewegungsfreien  
Mischern von der Grenzflächen erzeugenden Generator-  
bauart ist zur Mischung von zwei oder mehr Strömen  
10 von Fluiden, insbesondere für viskose Flüssigkeiten,  
bereits bekannt. Dabei werden die Fluide in ent-

sprechendem Verhältnis durch einen Grenzflächen-  
generator getrieben, welcher die Fluide mischt.  
Diese Mischung wird dadurch erreicht, daß eine  
fluide Einlaßströmung, welche Lagen der einzelnen  
5 Fluide enthält, in eine Mehrzahl von Teilströmungen  
geteilt wird, welche dann reorientiert und in einem  
Hauptstrom vereinigt werden, wobei diese Teilung,  
Reorientierung und Zusammenführung so lange wiederholt  
werden, bis ein gewünschter Mischungsgrad der fluiden  
10 Komponenten erreicht ist.

Beispiele solcher statischer oder bewegungsfreier  
Mischersysteme der Grenzflächengeneratortype sind  
in den US-Patentschriften 3 182 965, 3 195 865,  
3 286 992, 3 394 924, 3 404 869, 3 406 947, 3 424 437  
15 und 3 583 678 beschrieben. Derartige bekannte statische  
oder bewegungsfreie Mischer haben im Vergleich zu  
den üblicheren dynamischen, mechanischen Mixern den  
Vorzug größerer Einfachheit, einen nahezu bei Null  
liegenden Wärmeeingang und keine der Abnutzung unter-  
20 liegenden bewegbaren Teile.

Derartige statische Mischer wurden ursprünglich für  
die "in-line" Mischung (d.h. in der Leitung durchge-  
führte Mischung) von Chemikalien entwickelt, wobei  
eine kontinuierliche Strömung die gewünschte Pro-



portionalität der Komponenten in jedem Querschnittsbereich des Mischers aufrechterhielt. Solche Mischer sind üblicherweise so ausgebildet, daß sie die gegebene Proportionalität durch den ganzen Mischer  
5 hindurch aufrechterhalten.

Ein solches kontinuierliches und proportionales Arbeiten ist jedoch unter tatsächlichen Betriebsbedingungen sehr schwer zu erreichen. Dies bedeutet, daß ein vollständig gleichmäßiger Fluß aller Komponenten  
10 zum Einlaß eines Grenzflächengenerators schwierig erreicht werden kann. Vielmehr tritt normalerweise eine Unterbrechung in der Zufuhr einer der Komponenten ein mit dem Ergebnis, daß die Strömung, welche dem Grenzflächengenerator zugeführt wird, perio-  
15 disch massive Anteile oder Einschlüsse nur der einen Komponente enthält. Eine solche diskontinuierliche Zuführung kann durch die Pulsation der zur Komponentenzuführung verwendeten Pumpen veranlaßt werden. Diese diskontinuierliche Zuführung ist sogar unver-  
20 meidbar, wenn die Komponenten während des Ausstoßens von Volumenanteilen zugeführt werden und zwar durch den bei solchen Zuführungsvorgängen inhärenten Vorfluß (preflow) oder Nachfluß (afterflow). Ein solcher Vorfluß oder Nachfluß kann durch unterschied-  
25 liche Kompressibilitäten von zwei zu mischenden

- Komponenten entstehen, da die meisten Flüssigkeiten einen gewissen Betrag von eingeschlossener Luft enthalten, welcher die Flüssigkeiten nicht-hydrostatisch macht. Ein solcher Vorfluß oder Nachfluß tritt außerdem mit Wahrscheinlichkeit dann auf, wenn die beiden Komponenten in üblicher Art über flexible Schläuche zugeführt werden, bei denen ein gewisser Grad von Expansion und Kontraktion unvermeidbar ist.
- 5
- 10 Dementsprechend ist es bei der praktischen Anwendung eines statischen Mischers der Grenzflächengeneratorbaueinheit oftmals unmöglich, dem Grenzflächengenerator mehrere Komponenten zuzuführen, ohne daß eine Unterbrechung in der Kontinuität des Fließens
- 15 der verschiedenen Komponenten eintritt. Ungünstigerweise wird diese Unterbrechung der kontinuierlichen Strömung durch den gesamten Mischvorgang eines üblichen statischen Mischers weitergeleitet. Als Ergebnis gibt dieser Mischer eine Auslaßströmung ab,
- 20 welche eine Mischung der fluiden Komponenten darstellt, bei der jedoch massive Anteile und Einschlüsse der Komponenten entsprechend den in der Einlaßströmung zugeführten Anteilen und Einschlüssen auftreten. Kurz gesagt, die massiven Anteile passieren den üblichen vorbekannten statischen Mischer
- 25 und erscheinen so im Endprodukt der Mischung. Dem-

909842/0826

ORIGINAL INSPECTED

- entsprechend ergeben sich trotz zahlreicher möglicher Vorteile der statischen Mischer von dem Grenzflächengeneratorbauteype wegen des zugrundeliegenden präzisen Prinzips solcher Mischer, beispielsweise
- 5 die Aufrechterhaltung eines vorbestimmten Anteilverhältnisses der Fluide durch den Mischer hindurch, Fehler, die aus der Zuführung der Fluide entstehen, durch den Mischer hindurchgeleitet werden und schließlich im Endprodukt erscheinen.
- 10 Derartige Fehler sind für viele Endprodukte unakzeptabel. Es war daher für die Industrie notwendig, um solche Fehler bei Arbeitsvorgängen auszuschließen, welche die Mischung von reaktiven Mehrfachkomponenten-
- 15 Materialien umfassen (beispielsweise bei Epoxidharz, Polyester, Polyurethanen, Silikonen u.a.), dynamische, mechanische Mischer zu verwenden, welche aus ihrem Grundprinzip heraus massive Anteile einer einzelnen Komponente verteilen. Wie jedoch oben angegeben, zeigen übliche vorbekannte dynamische mecha-
- 20 nische Mischer gewisse inhärente Kostennachteile und Nachteile des Arbeitsvorganges. Es ist daher für die Industrie sehr wünschenswert, über einen statischen Mischer der Grenzflächengeneratorbaueinheit zu verfügen, welcher die oben besprochenen Fehler, die im
- 25 Endprodukt auftreten, vermeidet und zwar sogar dann, wenn die Komponentenzufuhr zu dem Mischer nicht ideal kontinuierlich verläuft.

909842/0826

ORIGINAL INSPECTED

- Die Erfindung geht daher von der grundsätzlichen Aufgabenstellung aus, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur statischen Mischung von mehreren fluiden Komponenten nach dem Prinzip des Grenzflächengenerators anzugeben, bei dem die oben erläuterten, inhärenten Nachteile des vorbekannten Standes der Technik, insbesondere hinsichtlich der Gleichmäßigkeit der Mischung bei diskontinuierlicher Komponentenzufuhr vermieden werden.
- 5
- 10 Eine weitere Aufgabenstellung der vorliegenden Erfindung ist die Schaffung eines statischen Mischverfahrens und einer Vorrichtung hierzu, mit deren Hilfe es möglich ist, den Durchtritt von massiven Anteilen einer in der Einlaßströmung auftretenden fluiden
- 15 Komponente als Ergebnis einer diskontinuierlichen Komponentenzufuhr zum fertigen Produkt zu vermeiden.

- Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung wird in der Schaffung eines statischen Mischverfahrens und einer Vorrichtung hierzu gesehen, mit deren
- 20 Hilfe sichergestellt werden kann, daß jeder massive Anteil in der Einflaßzuführung der Fluide als Ergebnis einer diskontinuierlichen Komponentenzuführung fortschreitend in seinem Volumen vermindert und in die Mischung der Komponenten während des Misch-
- 25 vorganges eingemischt wird und zwar mit Hilfe eines neuartigen phasenmischenden statischen Mischers der

909842/0826

ORIGINAL INSPECTED

Grenzflächengeneratorbaueinheit gemäß der vorliegenden Erfindung.

Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabenstellung erfolgt mit den Mitteln des Patentanspruchs 1. Nützliche Weiterbildungen sind in den Patentansprüchen 2 bis 17 enthalten.

Die oben genannten Merkmale werden gemäß der Erfindung durch die Anordnung eines phasenmischenden statischen Mischers der Grenzflächengeneratorbaueinheit erreicht, welcher wenigstens eine erste und eine zweite, getrennte Kammer aufweist und eine Mehrzahl von Förderstrecken, die sich zwischen diesen Kammern erstrecken und so die Innenräume der ersten und zweiten Kammer verbinden. Eine fluide Strömung, welche von der ersten Kammer zur zweiten Kammer geführt wird, ist durch die Mehrzahl der Förderstrecken in eine Mehrzahl von separaten Teilströmen aufgeteilt, und diese Mehrzahl von Teilströmen wird in der zweiten Kammer in einen gemischen Hauptstrom rekombiniert. Die Mehrzahl der Förderstrecken ist vorteilhaft in ihrer Konfiguration so ausgebildet, daß die Teilströme gegenseitig in Längsrichtung gegeneinander versetzt sind. Auf diese Weise werden die Fluide der getrennten Teilströme gegenseitig in Längsrichtung außer Phase gebracht, bis zur Rekombination der Teilströme in den Hauptstrom innerhalb

der zweiten Kammer. Ein weiterer Vorteil kann insbesondere dadurch erreicht werden, daß wenigstens einzelne, ausgewählte Förderstrecken so bemessen sind, daß der Gesamtströmungswiderstand gegenüber dem sie  
5 passierenden Teilstrom des Fluids in der ausgewählten Förderstrecke, von deren Beginn bis zu ihrem Ende ungleich ist. Diese Ungleichheit des gesamten Strömungswiderstandes kann zweckmäßig dadurch erreicht werden, daß wenigstens ausgewählte Förderstrecken  
10 ungleichmäßige transverse Querschnittsbereiche aufweisen oder alternativ dadurch, daß wenigstens einzelne, ausgewählte Förderstrecken ungleiche Längen aufweisen.

Dementsprechend wird, wenn in der fluiden Eingangsströmung massive Anteile von einer der fluiden Komponenten entsprechend einer diskontinuierlichen Zuführung der Komponenten auftreten, während die Komponenten in den separaten Teilströmen durch die separaten Förderstrecken geführt werden, der Teil dieses  
15 massiven Anteils in mindestens einer gegebenen Förderstrecke in Längsrichtung außer Phase gebracht gegenüber den Mengen der Anteile in den anderen Förderstrecken. Demnach werden, wenn die Teilströme in der zweiten Kammer wieder vereinigt werden, die Portionen des massiven Anteils nicht ebenfalls zurück-  
20 gebracht und rekombiniert, sondern diese werden viel-

mehr in Längsrichtung gegenseitig außer Phase gebracht und dadurch vermischt.

Es kann ferner zweckmäßig sein, unter Benutzung des Grundprinzips der vorliegenden Erfindung einen durch-

5 gehend statischen Mischer der Grenzflächengenerator-  
type, welcher eine Einlaßkammer und eine Auslaß-  
kammer aufweist, so auszubilden, daß wenigstens eine  
Rekombinationskammer zwischen der Einlaß- und der  
Auslaßkammer angeordnet ist und daß alle Kammern

10 durch Stufen von mehrfachen Förderstrecken hinter-  
einander in Serie geschaltet sind und zwar derart,  
daß die fluide Strömung nacheinanderfolgend mehrfach  
in eine Mehrzahl von Teilströmen in jeder Stufe mit  
mehrfachen Förderstrecken aufgeteilt und die mehr-

15 fachen Teilströme reorientiert und dann in der Kam-  
mer, welche jeder Stufe mit einer Mehrzahl von För-  
derstrecken folgt, wieder in einem Hauptstrom ver-  
einigt werden. Ferner dadurch, daß wenigstens einzel-  
ne ausgewählte Förderstrecke in wenigstens einer

20 Stufe derart dimensioniert sind, daß die Gesamtwi-  
derstände gegenüber dem strömenden Medium eines Teil-  
stroms der durch diese ausgewählten Förderstrecken  
geht, von ihrem Beginn bis zu ihren Enden ungleich  
sind, wodurch es möglich ist, die Größe eines massi-

25 ven Anteils einer Komponente, welche in der fluiden  
Einlaßströmung, die der Einlaßkammer zugeführt wird,

auftritt, zu vermindern. Es kann insbesondere in einem solchen durchgehend statischen Mischsystem zweckmäßig sein, nicht nur eine ausreichende Zahl von Stufen mit mehreren Förderstrecken anzuordnen, 5 um einen gewünschten Mischgrad der Komponenten zu erlangen, wie dies an sich in der Mischtechnik gebräuchlich ist, sondern gegebenenfalls zusätzlich eine Regulierung der Gesamtwiderstände gegenüber der Strömung der Fluide vorzusehen, welche durch 10 die Förderstrecken wenigstens einer ausgewählten Stufe von Förderstrecken durchtreten. Dadurch ist es möglich, die Strömung in Längsrichtung außer Phase zu bringen, wodurch das Volumen eines massiven Anteils einer Komponente innerhalb der Mischung der 15 Komponenten vermindert und mit der Mischung der Komponenten während der Passage durch den neuartigen phasenmischenden statischen Mischer der vorliegenden Erfindung eingemischt wird.

Gemäß einem weiteren Gesichtspunkt der Erfindung 20 wird von einem statischen Mischverfahren ausgegangen, bei dem eine fluide Strömung, welche getrennte Längsschichten mehrerer Komponenten enthält, durch Teilung der fluiden Strömung in eine Mehrzahl von Teilströmen, Reorientierung und Wiedervereinigung 25 der Teilströme und Wiederholen der Vorgänge des Teilens, Reorientierens und Wiedervereinigens gemischt



wird, bis ein gewünschter Mischungsgrad der Komponenten erlangt ist. Dabei wird eine Ausgangsströmung in Form einer Mischung dieser Komponenten gebildet und die fluide Einlaßströmung enthält periodisch massive Anteile von einer der Komponenten, wobei die Lage der anderen Komponente oder Komponenten durch diese massiven Anteile unterbrochen wird. Der verbesserte Verfahrensschritt kann bei diesem Verfahren darin bestehen, diesen massiven Anteil in die Mischung während der Arbeitsvorgänge von wiederholtem Teilen, Reorientieren und Wiedervereinigen einzumischen, wodurch ein Erscheinen der massiven Anteile in der Ausgangsströmung verhindert wird. Das Einmischen der massiven Anteile in die Mischung wird dabei vorteilhaft dadurch erreicht, daß wenigstens ausgewählte Teilströme in Längsrichtung gegeneinander außer Phase gebracht werden, und dieses außer Phase bringen erfolgt gegebenenfalls zweckmäßig dadurch, daß die Teilströme durch Förderstrecken mit ungleichen Querschnittsbereichen geführt werden oder auch dadurch, daß die Teilströme durch Förderstrecken von ungleicher Länge wandern.

908842/0826

ORIGINAL INSPECTED

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung, aus denen sich weitere Erfindungsmerkmale ergeben, schematisch dargestellt; es zeigen:

- 5            Fig.1        ein schematisches Strömungsdiagramm  
                 der Mischung von zwei Komponenten,  
                 welche in einer kontinuierlichen  
                 Strömung zugeführt werden unter Ver-  
                 wendung eines bekannten statischen  
                 Mischers der Grenzflächengenerator-  
10            baueinheit,
- Fig.2        ein Strömungsdiagramm ähnlich Fig.1,  
                 welches die Arbeitsweise illustriert,  
                 bei der die Zuführung einer Komponente  
                 diskontinuierlich ist, so daß als Er-  
15            gebnis im fertigen Produkt Anteile  
                 oder Einschlüsse der einen Komponente  
                 auftreten,
- Fig.3        ein Strömungsdiagramm ähnlich Fig.1 und  
                 2, welches die Verwendung des neuen  
20            phasenmischenden statischen Mischers  
                 gemäß der Erfindung beschreibt, wobei  
                 trotz diskontinuierlicher Zuführung der  
                 einen Komponente das resultierende  
                 Endprodukt eine vollständig homogene

Mischung darstellt, ohne daß irgendwelche Anteile oder Einschlüsse einzelner Komponenten auftreten,

5            Fig.4    ein etwas auseinandergezogenes, schematisches Strömungsdiagramm ähnlich Fig.2, welches schematisch den Durchgang der Komponenten durch die verschiedenen Stufen eines konventionellen statischen Mischers darstellt, wobei gezeigt ist, wie ein außer Phase befindlicher Anteil der Komponenten durch den Eingang des statischen Mischers zugeführt wird, welcher zu einem massiven Anteil oder Einschuß der einen Komponente im Endprodukt führt,

20           Fig.5    ein schematisches Strömungsdiagramm, entsprechend Fig.4, welches darstellt, wie der gemäß der Erfindung verbesserte phasenmischende statische Mischer fortschreitend die eingangsseitig zugeführte, außer Phase befindliche Komponente auflöst und dadurch das Auftreten von massiven Anteilen oder Einschlüssen der Komponente im Endprodukt verhindert,

25           und

Fig.6 ein Ausschnitt eines schematischen Strömungsdiagramms gemäß Fig 5, welcher eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung verkörpert.

- 5 Es ist davon auszugehen, daß die beigegeführten Zeichnungen nur schematisch sein sollen und in keiner Weise versuchen, die tatsächlichen Abmessungen der verwendeten, verschiedenen Maschinen genau darzustellen. Ferner soll darauf hingewiesen werden, daß verschiedene, übliche und bekannte Details der statischen Mischung in die vorliegenden Zeichnungen aus Gründen der Klarheit der Darstellung nicht eingefügt worden sind. Solche bekannten Details werden zur Erläuterung und Verdeutlichung der neuen Details  
10 gemäß der vorliegenden Erfindung nicht benötigt.  
15

Zunächst wird auf die Fig.1 bis 3 Bezug genommen, welche schematisch einen systemeigenen Nachteil der vorbekannten statischen Mischer der Grenzflächengeneratorbaueinheit illustrieren sollen.

- 20 Im einzelnen ist in Fig.1 ein konventionelles Grenzflächengeneratormischsystem dargestellt, bei dem eine Eingangsströmung 2, welche aus getrennten Lagen der Komponenten A und B besteht, kontinuierlich dem vorbekannten statischen Mischer 4 der Grenzflächen-

generatorbaueinheit zugeführt wird. Der vorbekannte  
Mischer 4 teilt die Eingangsströmung 2 in eine Mehr-  
zahl, beispielsweise in vier Teilströme, er ver-  
schränkt und reorientiert die Teilströme, und danach  
5 werden diese Teilströme wieder zu einem gemeinsamen  
Strom vereinigt. Diese Arbeitsweise wird mehrfach  
wiederholt in Abhängigkeit von der Art der vorliegen-  
den Komponenten, bis die unterschiedlichen fluiden  
Komponenten A und B nach entsprechender Durchmischung  
10 eine Auslaßströmung 6 bilden, welche eine homogene  
Mischung von A + B darstellt. Die Auslaßströmung  
wird dann weitergeleitet oder in an sich bekannter  
Weise entleert, um ein vollständig homogenes Produkt  
A zu bilden, das aus der homogenen Mischung A + B  
15 besteht.

Die vorangehende Betrachtung und Figur 1 richten sich  
auf eine theoretisch ideale Arbeitsweise eines kon-  
ventionellen statischen Mixers der Grenzflächen-  
generatorbaueinheit unter der Voraussetzung, daß die  
20 Zuführung der Komponenten A und B tatsächlich kon-  
tinuierlich und jederzeit proportional erfolgt.

Diese in Fig.1 dargestellte, ideale Arbeitsweise ist  
jedoch im wesentlichen nicht erreichbar, und die Ar-  
beitsweise, welche tatsächlich normalerweise bei üb-  
25 lichen statischen Mixern eintritt, ist die in  
Fig.2 gezeigte. Hierbei erkennt man, daß es, wenn

die Komponenten A und B dem statischen Mischer zugeführt werden, normalerweise unmöglich ist, eine vollständig kontinuierliche Strömung zu erlangen. Vielmehr treten normalerweise Betriebszustände auf, in denen das Verhältnis der Komponenten A und B zeitweise so unterbrochen wird, daß die Eingangsströmung 2 nicht mehr aus zwei kontinuierlichen Lagen besteht, sondern daß eine dieser Lage intermittierend durch den Eingriff der anderen Lage unterbrochen wird und zwar derart, daß in entsprechender räumlicher Anordnung längs der Eingangsströmung 2 massive Anteile oder Einschlüsse der einen Komponente auftreten. Diese Verhältnisse sind in Fig.2 der Zeichnung dargestellt, wobei die Eingangsströmung 2 im Abstand liegende massive Anteile oder Einschlüsse 1 aus der Komponente B enthält. Auf diese Weise erscheint die Zuführung der Komponente A diskontinuierlich.

Eine solche diskontinuierliche Zuführung kann durch Pulsationen der zur Zuführung der Komponenten verwendeten Pumpen veranlaßt werden, mit denen versucht wird, die Komponenten kontinuierlich zuzuführen. Eine diskontinuierliche Strömung ist ferner bei der Komponentenzufuhr unvermeidbar, wenn Volumen ausgestoßen werden, entsprechend dem "Vorfluß" oder dem "Nachfluß", welche bei der Zuführung der Fluide

über ausgestoßene Volumina notwendigerweise entstehen. Solcher Vorfluß oder Nachfluß kann durch eine unterschiedliche Kompressibilität der beiden Komponenten auftreten, da die meisten Flüssigkeiten  
5 einen gewissen Anteil von eingeschlossener Luft enthalten, welche die Flüssigkeiten nicht hydrostatisch macht. Vorfluß oder Nachfluß ist ferner unter der Voraussetzung zu erwarten, daß die beiden Komponenten wie üblich durch flexible Schläuche zugeführt werden, bei denen ein gewisses Maß von Ausdehnung und Kontraktion unvermeidbar ist.  
10

Es ist daher bei der praktischen Anwendung eines statischen Mischers im allgemeinen unmöglich, diesem statischen Mischer eine Mehrzahl von Komponenten ohne irgendeine Unterbrechung in der Kontinuität des Flusses der beiden Komponenten zuzuführen.  
15

Diese Unterbrechung der kontinuierlichen Strömung, wie sie durch die massiven Anteile 1 einer einzelnen Komponente der Eingangsströmung 2 dargestellt ist, wird ungünstigerweise durch das ganze Mischverfahren eines konventionellen statischen Mischers hindurch weitergeführt. Als Ergebnis enthält die  
20 Auslaßströmung 6 zwar Anteile 7 der homogenen Mischung A + B, jedoch dazwischen Anteile 5 oder Einschlüsse von der Komponente B entsprechend den  
25

anfänglich auftretenden massiven Anteilen 1 in der  
Einlaßströmung 2. Auf diese Weise wandern die massi-  
ven Anteile der einen Komponente, beispielsweise der  
Komponente B in der dargestellten Ausführung, ganz  
5 durch den statischen Mischer hindurch und erschei-  
nen im Endprodukt 8.

Die Art, wie die massiven Anteile einer einzelnen  
Komponente ganz durch den statischen Mischer hin-  
durchgeführt werden, soll nun unter Bezug auf Fig.4  
10 der Zeichnung diskutiert werden.

Wie dem einschlägigen Fachmann gut bekannt ist, ent-  
hält ein konventioneller statischer Mischer 4 der  
Grenzflächengeneratorbaueinheit (interfacial surface  
generator type) eine Einlaßkammer 10, in die die  
15 Eingangs- oder Zuführungsströmung 2 geführt wird,  
ferner eine Auslaßkammer 50, aus der die Auslaß-  
strömung 6 austritt sowie eine Mehrzahl von Grenz-  
flächen erzeugenden Generatoreinheiten, welche zw-  
ischen der Einlaßkammer 10 und der Auslaßkammer 50  
20 angeordnet sind. Eine Grenzflächengeneratorbauein-  
heit enthält mehrere Förderstrecken oder Durchlässe,  
welche die Eingangsströmung in mehrere Teilströme  
unterteilen, von denen jeder Teilstrom eine Lage  
aus jeder der Komponenten enthält. Die Teilströme  
25 werden dann üblicherweise verschränkt und reorien-



tiert und dann einer Kammer zugeführt, in der die Teilströme zu einem Hauptstrom rekombiniert werden. Dieser Hauptstrom wird dann wieder in mehrere Teilströme unterteilt, wobei jeder der neuen Teilströme ebenfalls in mehreren Lagen von jeder Komponente unterteilt ist, und diese neuen Teilströme werden danach wieder rekombiniert. Diese Arbeitsweise wird mehrfach wiederholt und zwar abhängig von den vorliegenden Komponenten und dem gewünschten Mischungsgrad dieser Ausgangssubstanzen.

In Fig.4 sind vier Förderstrecken dargestellt, welche von der Einlaßkammer 10 ausgehen, wobei jede Förderstrecke eine entsprechende Teilströmung 12,14, 16 und 18 aufnimmt, die jeweils eine Lage der Komponente A und der Komponente B einschließen. Die Förderstrecken sind so ausgerichtet, daß die Teilströme verschränkt und reorientiert werden; und die Teilströme werden danach in eine Rekombinationskammer 20 eingeführt, in der die Teilströme 12,14,16 und 18 zu einer Hauptströmung vereinigt werden. Die Hauptströmung wird dann wieder durch vier Förderstrecken in neue Teilströme 22,24,26 und 28 unterteilt, von denen jeder nun in mehreren Lagen jeder der Komponenten A und B geteilt ist. Diese Teilströme werden dann in eine weitere Rekombinationskammer 30 geführt. Die angegebene Arbeitsweise wird mehrfach wiederholt, wobei weitere Teilströme 32,34,36 und

38 gebildet werden, welche in einer weiteren Rekombinationskammer 40 vereinigt werden. Danach werden erneut mehrere Teilströme 42, 44, 46 und 48 gebildet, die in eine Auslaßkammer 50 strömen.

- 5 Es ist verständlich, daß in Fig.4 alle strukturellen Merkmale und Anordnungen der verschiedenen Elemente der konventionellen statischen Mischer aus den bereits angegebenen Gründen nicht dargestellt sind. Solche Merkmale sind dem Fachkundigen durchaus be-  
10 kannt. Allgemein wird jedoch die Bauart des in Fig.4 dargestellten Typs eines statischen Mixers als 4 x 4 Mischer bezeichnet, bei dem acht Komponentenlagen in die Rekombinationskammer 20 abgegeben werden, 32 Komponentenlagen in die Rekombinationskammer 30, 128 Komponentenlagen in die Rekombinationskammer 40 usw.

- Aus Fig.4 der Zeichnung geht hervor, daß ein massiver Anteil 1 der Komponente B, welcher in der Eingangsströmung 2 auftritt, durch den konventionellen  
20 statischen Mischer hindurchgeführt wird, so daß er im wesentlichen unverändert in der Auslaßströmung 6 und im Endprodukt 8 auftritt. Dies resultiert aus der Tatsache, daß in konventionellen statischen  
25 Mixern dieser Bauart der gesamte Strömungswiderstand gegenüber der Strömung in jedem Teilstrom vom Anfang bis zum Ende der entsprechenden Förderstrecke

des Teilstroms dem Gesamtströmungswiderstand gegenüber der Strömung der Fluide in den anderen Teilströmen gleich ist, und zwar ebenfalls vom Beginn bis zum Ende der entsprechenden Teilstromförderstrecken einer gegebenen Grenzflächengeneratorbaueinheit. Dies bedeutet, daß der gesamte Strömungswiderstand des Fluids im Teilstrom 12 vom Anfang bis zum Ende der Förderstrecke dieses Teilstroms 12 dem Gesamtströmungswiderstand jedes der Teilströme 14, 16 und 18 gleich ist und zwar ebenfalls von den Anfängen bis zu den Enden der entsprechenden Förderstrecken für diese Teilströme 14, 16, und 18. Deshalb bleiben auch die relativen Lagen der massiven Anteile 13, 15, 17 und 19, wenn die Teilströme 12, 14 16 und 18 in die Rekombinationskammer 20 abgegeben werden, gegenseitig konstant. Wenn weiter geteilte Teilströme 22, 24, 26 und 28 aus der Rekombinationskammer 20 abgeführt werden und nach der Rekombinationskammer 30 strömen, bleiben die massiven Anteile der Komponente B gegenseitig in Phase unter Bildung von massiven Anteilen 23, 25, 27 und 29 in den entsprechenden Teilströmen 22, 24, 26 und 28 und werden dementsprechend wiedervereinigt. In gleicher Weise bleiben diese massiven Anteile in der Rekombinationskammer 30 gegenseitig in Phase und werden daher so vereinigt, daß sie massive Anteile der Komponente B als 33, 35, 37 und 39 in den entsprechenden Teilströmen 32, 34, 36 und 38 bilden, welche in die

- Rekombinationskammer 40 strömen. Weiterhin übereinstimmend bleiben die massiven Anteile 33,35,37 und 39 gegenseitig auch in der Rekombinationskammer 40 in Phase, und wenn Teilströme 42,44,46 und 48 aus dieser Rekombinationskammer 40 nach der Auslaßkammer 50 strömen, werden die massiven Anteile der Komponente B so vereinigt, daß entsprechende massive Anteile 43,45,47 und 49 entstehen. Deshalb enthält die gemischte Auslaßströmung 6, welche von der Auslaßkammer 50 abgegeben und zum fertigen Produkt 8 gefördert wird, nicht nur Anteile 7, die aus einer homogenen Mischung der Komponenten A und B bestehen, sondern auch massive Anteile oder Einschlüsse 5, welche vollständig die Komponente B enthalten.
- 15 Aus der vorangehenden, auf Fig.4 bezogenen Diskussion kann unterstellt werden, daß die unvermeidbaren massiven Anteile der einen Komponente, welche einem konventionellen statischen Mischer der Grenzflächen-generatorbaueinheit zugeführt werden, automatisch durch den statischen Mischer hindurchtreten und daher unvermeidbar im Endprodukt vorhanden sind. Dieses Phänomen ist selbstverständlich unerwünscht, da die massiven Anteile oder Einschlüsse der Komponente B im Endprodukt als Fehler auftreten.
- 25 Untersuchungen der Anmelderin haben gezeigt, daß das Auftreten der unerwünschten massiven Anteile 5 oder

Einschlüsse einer der Komponenten im Endprodukt 8 durch die in Fig.4 dargestellte Vorrichtung bedingt ist und zwar dadurch, daß der massive Anteil 1 unvermeidbar und automatisch durch einen konventionel-

5 len statischen Mischer hindurchgeführt wird. Die Anmelderin hat ferner festgestellt, daß dieses Phänomen offensichtlich durch die oben diskutierte Tatsache auftritt, wonach in jeder Stufe innerhalb des statischen Mixers die gesamten Strömungswider-

10 stände gegenüber der Strömung der Lagen, welche durch die Mehrzahl der Förderstrecken der Teilströme geführt werden, gleich sind. Dies bedeutet, daß die gesamten Strömungswiderstände gegenüber der Strömung der Teilströme 12,14,16 und 18 gleich sind;

15 ebenso die Gesamtströmungswiderstände gegenüber der Strömung der Teilströme 22,24,26 und 28 etc. Es ist daher unvermeidbar, daß der massive Anteil oder Einschluß 1 der Komponente B in der Einlaßströmung 2 automatisch als massiver Anteil oder Einschluß 5

20 der Komponente B in das fertige Produkt 8 übertragen wird.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen hat die Anmelderin in erfinderischer Weise festgestellt, daß das Auftreten des massiven Anteils oder einer Kompo-

25 nente im fertigen Produkt dadurch vollständig vermieden werden kann, daß der konventionelle statische

Mischer der Grenzflächengeneratorbaueinheit so ab-  
geändert wird, daß nacheinanderfolgend ein Einmischen  
der massiven Anteile auf ihrem Weg durch den Mischer  
hindurch erfolgt. Dies wird vorteilhaft insbesondere  
5 dadurch erreicht, daß wenigstens einige der Mehrzahl  
der Teilstromförderstrecken in mindestens einer Stu-  
fe des statischen Mixers so dimensioniert sind,  
daß der Gesamtströmungswiderstand gegenüber der Strö-  
mung der Fluide der Teilströme, welche durch diese  
10 Förderstrecken hindurchtreten, ungleich ist.

So enthält mit Bezug auf Fig.3 der Zeichnung eine  
Einlaßströmung 102 Lagen von verschiedenen Kompo-  
nenten A und B. Die Einlaßströmung 102 enthält fer-  
ner aus den oben angegebenen Gründen unvermeidbar  
15 eingelagerte massive Anteile oder Einschlüsse 101  
von nur einer Komponente, beispielsweise der Kompo-  
nente B in der dargestellten Anordnung. Die Einlaß-  
strömung 102 wird dann in die gemäß der Erfindung  
ausgebildete verbesserte Ausführungsform eines als  
20 Phasenmischer bezeichneten statischen Mixers 104  
geführt, und in diesem werden nicht nur die beiden  
Komponenten A und B so gemischt, daß sie eine Aus-  
laßströmung 106 als homogene Mischung 107 der Kom-  
ponenten A + B bilden, sondern es werden ferner die  
25 massiven Anteile 101, welche nur aus einer Kompo-  
nente bestehen, nacheinanderfolgend erfindungsgemäß  
außer Phase gebracht und in die Gesamtmischung ein-  
gemischt.

Die Art und Weise, in der die oben genannten Resultate in Übereinstimmung mit einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung erreicht werden können, ist in Fig.5 der Zeichnung dargestellt.

- 5     Dabei wird eine Eingangsströmung 102, welche Lagen der Komponenten A und B enthält, in die Einlaßkammer 110 geführt. Die Einlaßströmung wird dann durch vier Förderstrecken so unterteilt, daß Teilströme 112,114, 116 und 118 entstehen, wobei jeder Teilstrom eine
- 10    Lage der Komponente A und eine Lage der Komponente B enthält. Außerdem sind in jeden Teilstrom 112,114, 116 und 118 entsprechende massive Anteile 113,115, 117 und 119 eingelagert, welche von dem massiven Anteil 101 aus der Eingangsströmung 102 herrühren.
- 15    Gemäß der vorliegenden Erfindung ist jedoch der gesamte Strömungswiderstand gegenüber der Strömung der fluiden Medien für wenigstens einen der Teilströme 112,114,116 und 118 innerhalb der entsprechenden Förderstrecken unterschiedlich ausgebildet. In Übereinstimmung mit der in Fig.5 dargestellten Aus-
- 20    führungsform ist dieser Unterschied im gesamten Strömungswiderstand gegenüber der Strömung durch die Förderstrecken der Teilströme dadurch erreicht, daß die Förderstrecken, durch welche die Teilströme hindurchtreten, unterschiedliche Querschnittsbereiche,
- 25    z.B. unterschiedliche Durchmesser, aufweisen. Dies

bedeutet hier, daß die Förderstrecke für den Teilstrom 112 die größte ist, während die Förderstrecken für die Teilströme 114, 116 und 118 jeweils fortschreitend kleiner werden. Diese Größenverhältnisse sind in Fig.5 der Zeichnung erkennbar. Da die transversen Querschnittsbereiche der Förderstrecken für die Teilströme verschieden sind, ergeben sich auch unterschiedliche Gesamtströmungswiderstände für jeden der Teilströme, welcher durch die entsprechenden Förderstrecken strömt. Auf diese Weise werden die massiven Anteile 113, 115, 117 und 119 fortschreitend gegenseitig außer Phase gebracht in Bezug auf die Hauptdurchtrittsrichtung des Mischers. Außerdem werden zusätzlich infolge der fortschreitend geringeren Größen der Teilströme 112, 114, 116 und 118 auch die Gesamtvolumina der entsprechenden massiven Anteile 113, 115, 117 und 119 fortschreitend vermindert.

Die Teilströmungen 112, 114, 116 und 118 werden dann in der Rekombinationskammer 120 vereinigt, aus der weitere Teilströme 122, 124, 126 und 128 hervorgehen, von denen jeder zusätzliche Mehrfachlagen der Komponenten A und B aufweist. In jedem der zusätzlichen Teilströme 122, 124, 126 und 128 werden die massiven Anteile der Komponente B zusammengeführt und bilden dadurch entsprechende massive Anteile 123, 125, 127





und 129. Die Förderstrecken, welche die Teilströme 122, 124, 126 und 128 bilden, weisen jedoch ebenfalls unterschiedliche und entsprechend verminderte Querschnittsbereiche auf. Aus diesem Grunde sind die Gesamtströmungswiderstände gegenüber der Strömung der fluiden Medien in den Teilströmen durch die entsprechenden Förderstrecken unterschiedlich. Beispielsweise ist der Gesamtströmungswiderstand gegenüber der Strömung des Teilstroms 122 der kleinste und der Gesamtströmungswiderstand gegenüber der Strömung des Teilstroms 128 der größte. Auf diese Weise werden die massiven Anteile 123, 125, 127 und 129 weiter gegenseitig in Längsrichtung der Bewegung der Komponenten durch den Mischer hindurch außer Phase gebracht. Zusätzlich ergibt sich auch infolge der Unterschiede in den Größen der Förderstrecken, durch welche die Teilströme hindurchtreten, eine entsprechende ebenfalls sukzessive Verminderung der Volumina der massiven Anteile der Komponente B, welche zu den Anteilen 123, 125, 127 und 129 vereinigt sind.

Diese Arbeitsweise wird entsprechend oft wiederholt, wobei die massiven Anteile der Komponente B fortschreitend in Längsrichtung des Mischvorganges ausgebreitet oder aufgelöst werden. Die Ursache hierfür liegt darin, daß bei der Wiederaufteilung der Lagen und bei deren Passage durch nacheinanderfolgende Stufen des Mixers die Differenzen in den Strömungs-

- widerständen der Teilströme in einer gegebenen Stufe des Mischers in Längsrichtung ein aus der Phase bringen der massiven Anteile hervorrufen sowie darin, daß Differenzen in den Querschnittsbereichen der Teilströme in einer gegebenen Stufe des Mischers zu einer in Längsrichtung fortschreitenden Verminderung der Volumina für die massiven Anteile führen. Dies ist aus einer Betrachtung der Teilströme 132, 134, 136 und 138 klar erkennbar, welcher von der Kammer 130 nach der Kammer 140 wandern, wobei die entsprechenden massiven Anteile 133, 135, 137 und 139 offensichtlich und klar erkennbar in Längsrichtung gegenseitig außer Phase gebracht sind und gegenseitig eine fortschreitende Volumenverminderung erkennen lassen.
- 15 Dementsprechend werden durch das Versetzen in Längsrichtung und die fortschreitende Volumenreduktion der Größen der massiven Anteile der Komponente B diese massiven Anteile fortgesetzt in die normale homogene Mischung der Komponenten A und B eingemischt.
- 20 Die Teilströme 142, 144, 146 und 148, welche in die Auslaßkammer 150 abgegeben werden und diese danach als Ausgangsströmung 106 verlassen, bilden eine vollständig homogene Mischung der Komponenten A + B, ohne daß in dieser Ausgangsströmung oder im fertigen Produkt 108 irgendein massiver Anteil oder Einschluß der
- 25 Komponente B auftritt.

Fig.5 beschreibt eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung, bei der der Unterschied im Strömungswiderstand gegenüber der Strömung der Teilströme in einer gegebenen Stufe des statischen Mischers durch die  
5 Ausbildung der Förderstrecken für die Teilströme mit unterschiedlichen Querschnittsbereichen erzielt wird. Bei dieser Ausführungsform sind die Strömungsgeschwindigkeiten bzw. die Durchsätze der Teilströme einer gegebenen Stufe des Mischers in einer Ebene,  
10 welche durch die Teilströme hindurchgeht und quer zur Längsrichtung des Mischers liegt, unterschiedlich.

Gemäß einer weiteren Ausbildungsmöglichkeit der Erfindung kann es zweckmäßig sein, die unterschiedlichen Gesamtströmungswiderstände gegenüber der Strömung der Teilströme in einer gegebenen Stufe des  
15 statischen Mischers dadurch zu erzeugen, daß die Förderstrecken für die Teilströme in einer gegebenen Stufe des Mischers unterschiedliche Längen aufweisen. Diese Ausführungsform der Erfindung ist in  
20 Fig.6 dargestellt.

In Fig.6 sind Kammern 220 und 230 gezeigt, zwischen denen Teilströme 222, 224, 226 und 228 geführt werden, von denen jeder mehrfache Lagen von unterschiedlichen flüssigen Komponenten einschließt. Die in dieser Ausschnittsdarstellung nicht gezeigte Eingangsströmung enthält aus den oben diskutierten Gründen  
25

einen massiven Anteil einer der beiden Komponenten.  
Wenn die Teilströme 222,224,226 und 228 die Kammer  
220 verlassen, werden die Anteile dieser massiven  
Komponenten in der Weise zusammengeführt, daß sie  
5 massive Anteile 223,225,227 und 229 bilden. Bei die-  
ser Ausführungsform sind die Querschnittsbereiche  
der Förderstrecken für die Teilströme gleich. Dagegen  
sind die Längen der Förderstrecken für die Teilströme  
222,224,226 und 228 fortschreitend unterschiedlich.  
10 Dabei ist die Förderstrecke für den Teilstrom 222 die  
kürzeste. Die Förderstrecke für den Teilstrom 224 ist  
länger als die Förderstrecke für den Teilstrom 222,  
und die Förderstrecke für den Teilstrom 226 ist  
ihrerseits länger als die Förderstrecke für den Teil-  
15 strom 224, und schließlich ist auch die Förderstrecke  
für den Teilstrom 228 länger als die Förderstrecke  
des Teilstroms 226. Aus diesem Grunde ist der Ge-  
samtströmungswiderstand gegenüber der Strömung jedes  
Teilstroms während seiner entsprechenden Strömung  
20 von der Kammer 220 zur Kammer 230 unterschiedlich,  
und die massiven Anteile 223,225,227 und 229 kommen  
dadurch in Längsrichtung des Durchsatzes durch den  
Mischer gegenseitig außer Phase. Dementsprechend sind  
beim Auslaß der Anteile in die Kammer 230 die relati-  
25 ven Lagen der massiven Anteile in Längsrichtung des  
Mischers weiter gegenseitig versetzt und zwar als  
Funktion der Unterschiede in den Gesamtlängen (d.h.  
des Gesamtströmungswiderstandes) der entsprechenden

Förderstrecken. So benötigt der massive Anteil 225 eine längere Zeit als der massive Anteil 223, um die Kammer 230 zu erreichen, weil die Förderstrecke des Teilstroms 224 länger ist als die Förderstrecke des Teilstroms 222. Auf diese Weise wird der massive Anteil 225 in der Kammer 230 weiterhin in Längsrichtung gegenüber dem massiven Anteil 223 versetzt sein usw., wie dies in Fig.6 gezeigt ist. Es ist erkennbar, daß dieses Phänomen durch die nachfolgenden Stufen des Mischers hindurch fortschreitend verstärkt wird. Außerdem ist erkennbar, daß die Volumina der massiven Anteile, die in den Teilströmen von nachfolgenden Stufen des Mischers auftreten, fortgesetzt vermindert werden, weil diese massiven Anteile fortschreitend in die anderen fluiden Lagen eingemischt werden.

In Fig.5 der Zeichnung ist dargestellt, daß alle Förderstrecken einer gegebenen Stufe innerhalb des Mischers unterschiedliche Querschnittsgrößen aufweisen. Selbstverständlich können gegebenenfalls auch solche Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung zweckmäßig sein, bei denen nur einige der Förderstrecken einer gegebenen Stufe innerhalb des Mischers unterschiedliche Querschnittsbereiche aufweisen. In ähnlicher Weise ist in der Anordnung nach Fig.6 auch innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung eine Ausbildung vorstellbar und gegebenenfalls zweckmäßig, bei der nur einige der Teilströme

einer gegebenen Stufe innerhalb des Mischers unterschiedliche Längen aufweisen. Es soll ferner darauf hingewiesen werden, daß bei den Ausführungsformen der Fig.5 und 6 gegebenenfalls auch eine solche erfindende-  
5 rische Abänderung zweckmäßig sein kann, bei der nur eine der Stufen oder irgendeine Anzahl unterhalb der Anzahl sämtlicher Stufen des Mischers so ausgebildet ist bzw. ausgebildet sind, daß die oben diskutierten Unterschiede im Gesamtströmungswiderstand der Teil-  
10 ströme in einer vorgegebenen Stufe erreicht werden.

Zusätzlich soll darauf hingewiesen werden, daß, obwohl die vorliegende Erfindung im Vorangegangenen unter Bezug auf eine 4 x 4 Mischertype erläutert wurde, dies keinerlei Beschränkung darstellt, weil das  
15 Grundprinzip der vorliegenden Erfindung in gleicher Weise auch bei anderen bekannten Typen statischer Mischer anwendbar ist, bei denen alle oder irgendwelche Stufen eine geringere oder größere Anzahl von Teilströmen einschließen. Es soll ferner bemerkt werden, daß, obwohl Fig.5 vier Stufen bzw. eine Unter-  
20 teilung in Teilströme darstellt, der Umfang der vorliegenden Erfindung auch mit einer geringeren oder größeren Anzahl von Stufen verwirklicht werden kann und zwar abhängig von den beteiligten Komponenten  
25 und dem gewünschten Grad von Homogenität des Endproduktes.

Außerdem ist nicht beabsichtigt, den Rahmen der vorliegenden Erfindung auf irgendwelche speziellen Verhältnisse betreffend die relative Querschnittsgröße der Teilströme oder die relative Länge dieser Teilströme zu beschränken. Solche Parameter können unter Benutzung des Wissens eines Durchschnittsfachmanns von diesem auf der Grundlage der vorliegenden Erfindung in weitem Umfang verändert werden und zwar abhängig von einer Anzahl von Faktoren, welche die beteiligten Komponenten, die Kapazität des Fördersystems, welches die Komponenten zum statischen Mischer fördert, den gewünschten Grad der Homogenität im fertigen Produkt und andere Faktoren einschließen.

Im tatsächlichen Gebrauch ist eine Ausführungsform der Fig.5 der vorliegenden Erfindung benutzt worden, bei der in einem 4 x 4 Mischer jede Stufe vier Teilströme aufweist, welche durch Förderstrecken von solcher Größe definiert werden, daß die Volumina der entsprechenden Teilströme fortschreitend von 100% auf 80,4%, dann auf 66,6% und schließlich auf 50% reduziert werden. Unter Bezug auf Fig.5 der Zeichnung bedeutet dies, daß das Gesamtvolumen des Teilstroms 114 85,4% des Gesamtvolumens des Teilstroms 112 betrug; das Gesamtvolumen des Teilstroms 116 betrug 66,6% des Gesamtvolumens des Teilstroms 112 und schließlich betrug das Gesamtvolumen des Teilstroms 118 50% des Gesamtvolumens des Teilstroms 112.



Ein zusätzlicher Faktor ist selbstverständlich dann in Erwägung zu ziehen, wenn bestimmte Substanzen verwendet werden, die gelieren oder abbinden. In diesem Falle ist zu beachten, daß der Gesamtströmungswiderstand gegenüber der Strömung eines gegebenen Teilstroms nicht bis zu einem solchen Wert ansteigen darf, welcher das Gelieren oder Aushärten innerhalb des Mischers herbeiführen würde. Es kann aber vorausgesetzt werden, daß die entsprechenden Durchschnittsfachleute in der Lage sind, einen gegebenen Mischer so auszubilden, daß solche unerwünschten Erscheinungen unter Kontrolle gehalten werden können.

Es soll ferner darauf hingewiesen werden, daß der Umfang der vorliegenden Erfindung nicht auf irgendeine besondere Gestaltung der Elemente des statischen Mischern beschränkt ist. So können beispielsweise die Kammern 110, 120 usw. jede entsprechende Raumform aufweisen, welche bei Grenzflächengeneratormischern bekannt ist. Eine aus wirtschaftlichen Gründen zu bevorzugende Raumform der Kammern kann die Tetraederform sein, die bei gegebenem Volumen einen besonders geringen Materialverbrauch für die Kammerwände aufweist. Die Querschnitte der Förderstrecken, welche die verschiedenen Teilströme bilden, können kreisförmig, rechteckig oder in irgendeiner anderen üblichen geometrischen Form ausgebildet sein. Zusätzlich kann das Prinzip der vorliegenden

Erfindung mit Vorteil auch bei einem Grenzflächen-  
generator von einer solchen Bauart angewendet werden,  
bei der die Förderstrecken für die Teilströme als  
Bohrungen in massiven Blockteilen ausgebildet sind,  
5 deren Enden die Kammern festlegen. Alternativ können  
die Förderstrecken der Teilströme auch in Form von  
Röhren oder Leitungen gebildet sein, welche sich zwi-  
schen Hohlkörpern erstrecken, die die Kammern bil-  
den. Die vorliegende Erfindung ist bei statischen  
10 Mischern von dieser oder anderen bekannten und ge-  
bräuchlichen Ausbildungen anwendbar. Außerdem sind  
die Wege und Orientierungen der verschiedenen Teil-  
ströme aus Gründen der klaren Darstellung in der  
Zeichnung etwas vereinfacht worden. Es soll besonders  
15 darauf hingewiesen werden, daß jede Konfiguration  
und Orientierung der Förderstrecken wie sie üblicher-  
weise zur Reorientierung der Mischung der Komponen-  
ten verwendet wird, auch in Verbindung mit den neuen  
Merkmale der vorliegenden Erfindung vorteilhaft sein  
20 kann.

Außerdem ist beabsichtigt, daß der Umfang der Er-  
findung auch eine solche Anordnung einschließt, bei  
der die Unterschiede im Strömungswiderstand gegen-  
über der Strömung der Teilströme in einer gegebenen  
25 Stufe des Mischers durch eine Kombination der Prin-  
zipien aus den Ausführungsformen der Fig.5 und 6  
erreicht werden. Dies bedeutet, daß vorteilhaft

wenigstens einige der Förderstrecken für die Teilströme in mindestens einer gegebenen Stufe des Mischers sowohl ungleiche Querschnittsbereiche als auch ungleiche Längen aufweisen können.

- 5      Zusätzlich soll angemerkt werden, daß der in der vorliegenden Beschreibung und in den beigefügten Ansprüchen benutzte Begriff "Mischung" nicht nur tatsächliche physikalische Mischungen kennzeichnen soll. Der Begriff umfaßt ferner chemische Verbindungen,  
10      welche als Ergebnis von chemischen Reaktionen entstehen, die dann eintreten, wenn miteinander reagierende Komponenten gemischt werden.

- 15      Andere Abänderungen des im Vorangegangenen angegebenen erfindungsgemäßen Verfahrens und der erfindungsgemäßen Anordnungen sind dem durchschnittlichen Fachmann unmittelbar zugänglich und auch solche Modifikationen sollen als im Rahmen der vorliegenden Erfindung liegend betrachtet werden.

- 20      Obwohl das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung in erster Linie auf das Mischen von viskosen Flüssigkeiten bezogen sind, erscheint die Anwendung auch bei Gasen und fließfähigen Pulvern gegebenenfalls vorteilhaft.

A 826

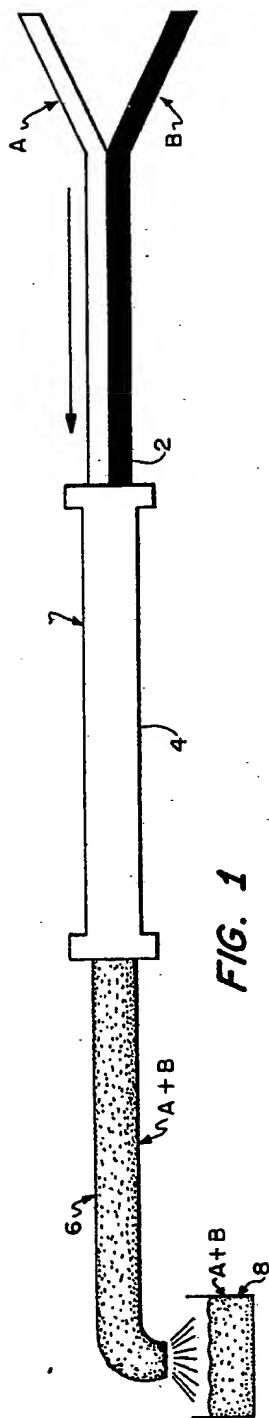


FIG. 1

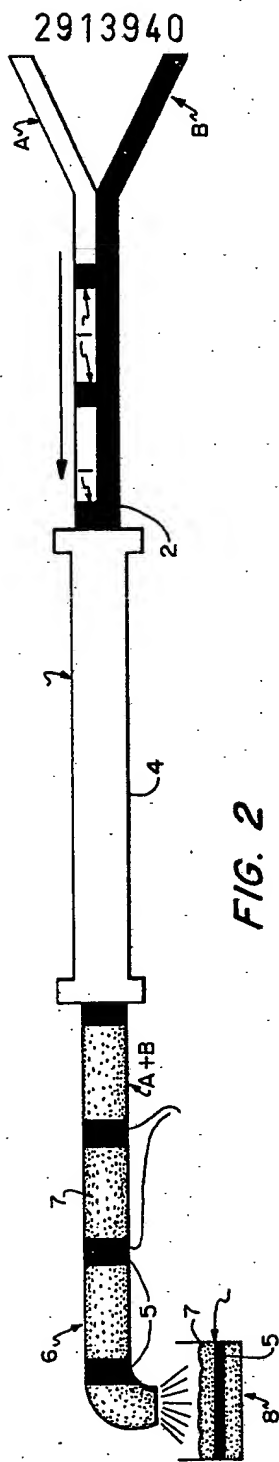


FIG. 2

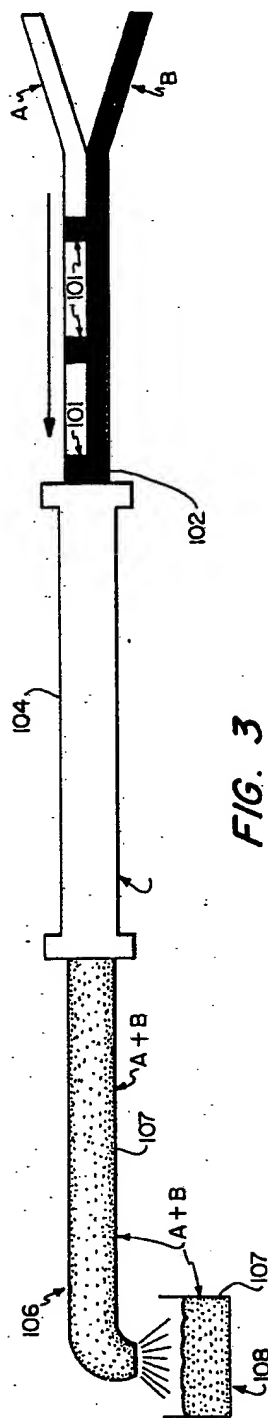


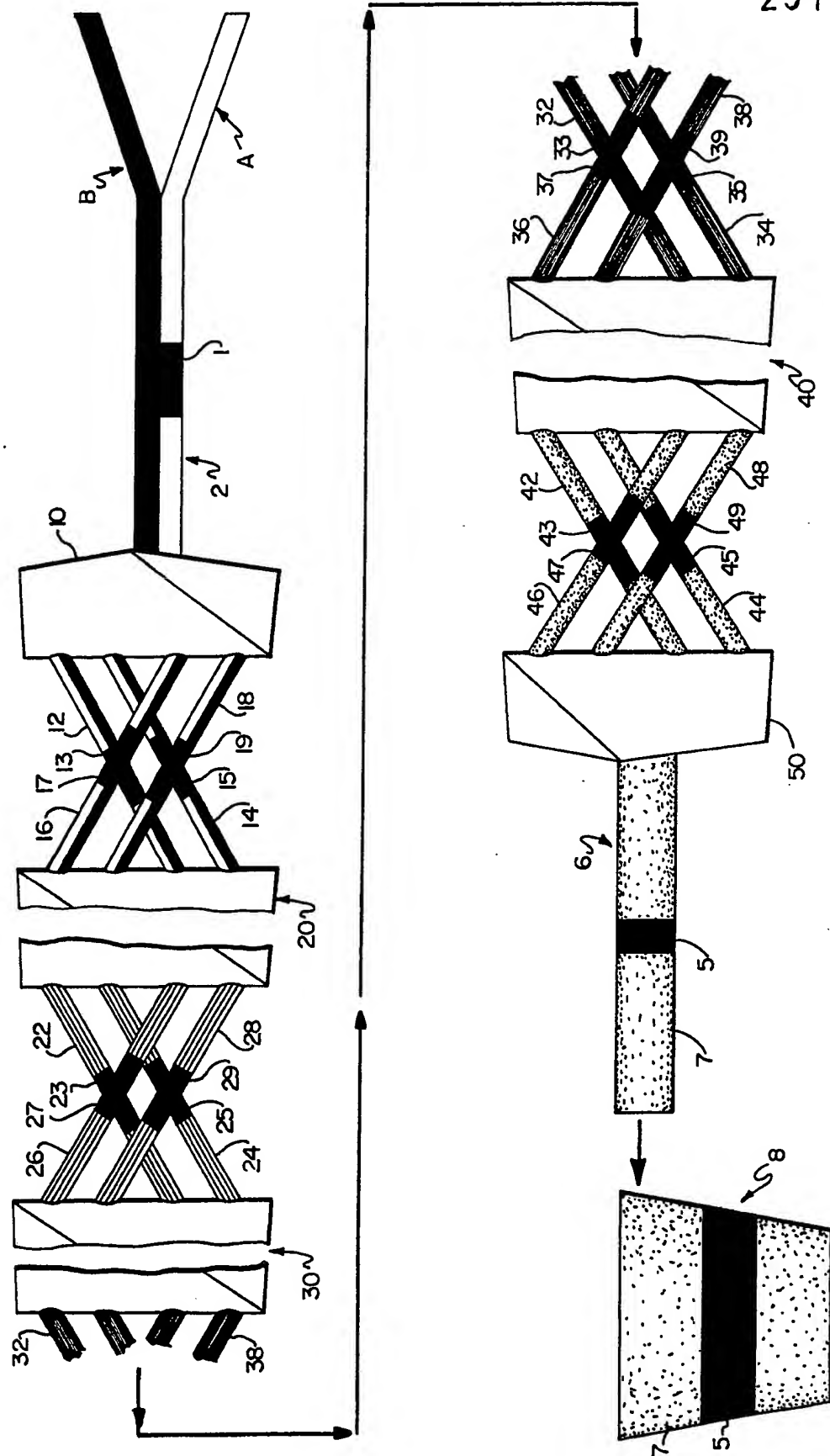
FIG. 3

909842/0826

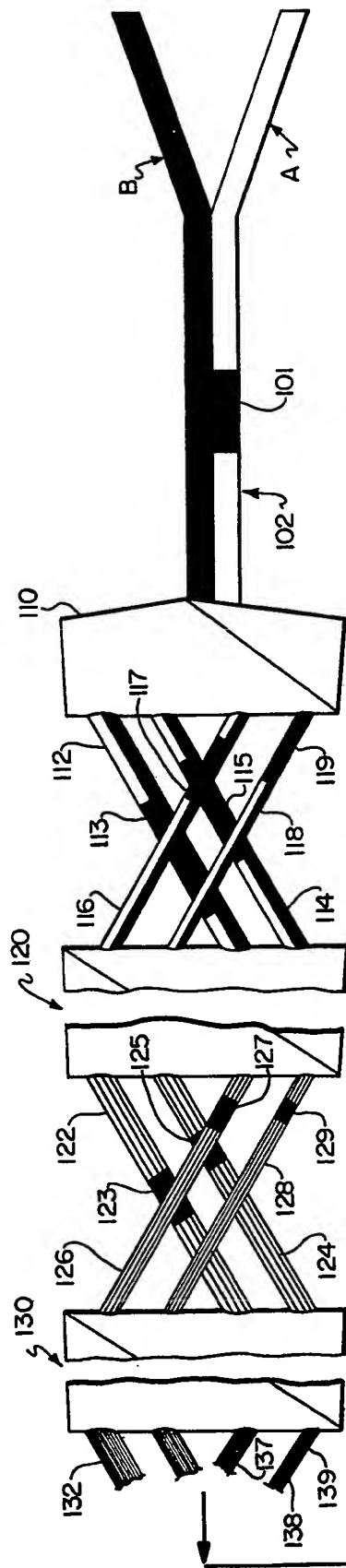
-45-

Nummer: 29 13 940  
Int. Cl. 2: B 01 F 5/02  
Anmeldetag: 6. April 1979  
Offenlegungstag: 18. Oktober 1979

Dr.-Ing. Herbert Moser  
Patentanwalt  
75 Karlsruhe, Nowackanlage 15



**FIG. 4**



- 43 -

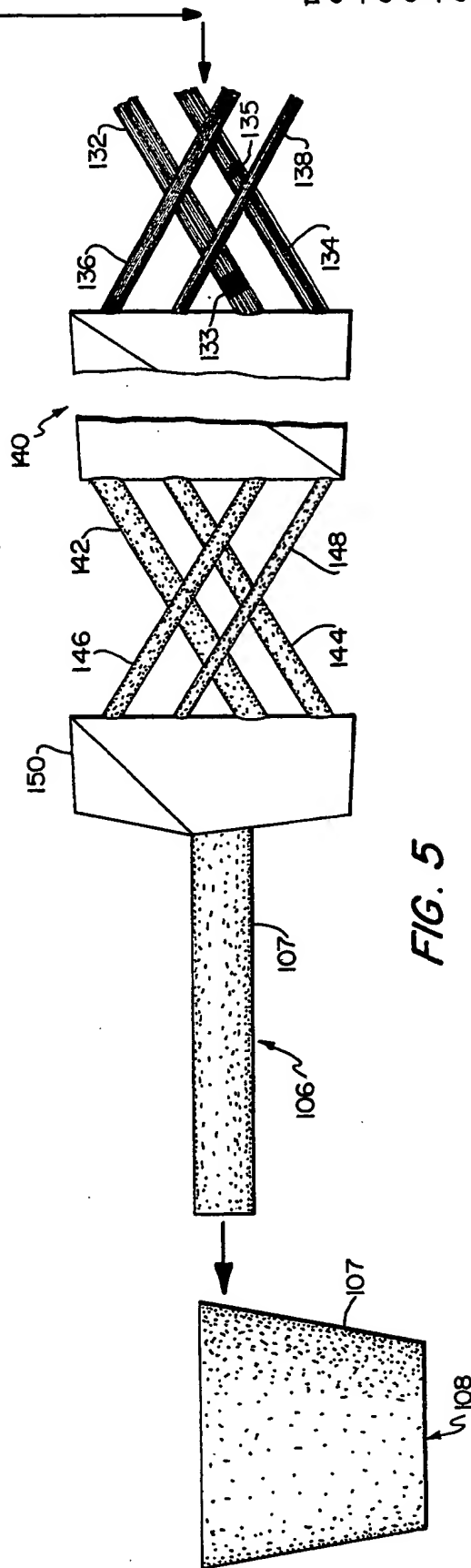


FIG. 5

2913940

Dr.-Ing. Herbert Mose

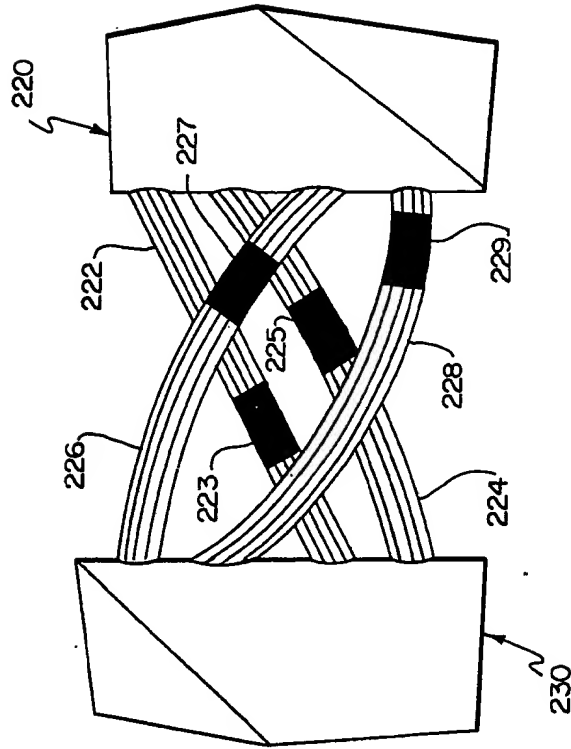


FIG. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**